Jour. Korean Earth Science Society, v. 24, no. 5, p. 411–419, August 2003

그래픽 유저 인터페이스(GUI)를 이용한 도로의 대기확산 예측시스템 개발

오은주* · 이화운

부산대학교 대기과학과, 609-735 부산시 금정구 장전동 산 30번지

Development of Road traffic Air Diffusion Simulation System using Graphic User Interface (GUI)

Eun-Joo OH* · Hwa Woon Lee

Department of Atmospheric Sciences, College of Natural Sciences, Pusan National University, Busan 609-735, South Korea

Abstract: The assessment of environmental impact on NO_2 (or TSP) emitted by vehicles is important for local residents from the point of view of their health and environmental protection. In the course of field investigations, correct concentrations are measured and meteorological data are observed for numerical simulation. To determine background concentration for numerical simulation, annual average concentrations of NO_2 (or TSP) are estimated using the Puff-Plume model. If the estimated result affects the environment, it must be considered in the environmental conservation activity. To make the process of a estimation of environmental assessment more easily, this system is developed. Moreover, this system was supplied a Graphic User Interface (GUI) for the user who calculated the concentration of air pollution exhausted from the traffic on general roads except special roads such as interchanges and entrances to tunnels. This system can offer not only the numerical result but also a graphic display. Even a beginner who is not a professional programmer can calculate the result easily.

Keywords: Graphic Road traffic atmosphere diffusion simulation system, Graphic User Interface(GUI), Puff-Plume model, environmental conservation activity

요 약: 자동차에서 배출되어지는 NO_2(또는 TSP)에 대한 환경영향평가는 사람들의 건강과 환경보존의 관점에서 그 지역의 거주자를 위해서 필요한 것이다. 환경영향평가 수행을 위한 필드 조사에서, 수치모의를 위해서 정확한 농도가 계산되어지고 기상 데이터는 관측되어진다. 수치모의를 하기 위한 배경농도를 결정하기 위해서, NO_2(또는 TSP)의 연평균 농도는 Puff-Plume 모델을 이용하여 계산되어진다. 만약 계산된 결과들이 환경에 영향을 미치게 되면, 이 결과는 환경보존활동에 고려되어야만 한다. 본 시스템은 이러한 환경영향평가를 예측과정을 손쉽게 할 수 있도록 개발되었다. 또한 이 시스템은 인터체인지와 터널 입구 등과 같은 특수한 도로를 제외한 일반도로에서 배출되는 대기오염의 농도를 예측하고자 하는 사용자를 위하여 제공되어진다. 또한, 이 시스템은 농도의 계산뿐만 아니라 결과를 그래프로 나타내는 기능도 포함되어 있다. 이 시스템을 이용함으로써 직업프로그래머가 아닌 초보자인 사용자일지라도 여러 가지 계산결과 및 결과 그래프를 간단하게 얻을 수 있다.

주요어: 도로교통 대기확산 예측시스템, 그래픽 유저 인터페이스, 플룸-퍼프 모델, 환경보존활동

*Corresponding author: binbin5@pusan.ac.kr
Tel: 82-51-583-2651
Fax: 82-51-515-1689

서 론

NO_x는 1차적으로 교통기관, 공공시설, 그리고 기타 산업 시설물에서 방출되어진다. 1999년 미국 환경청(EPA)이 제시한 자료에 의하면, 1992년에 미국 NO_x 방출량은 23.2백만 톤이었고, 그 중에서 고속도로에서 주행중인 차량에 의해 32.0%, 전기설비 32.0%, 산업시설물 5.0%, 그리고 비포장 도로에서 주행중인 차량에 의해 12.0%이었고, 기타가 19.0%에 해당한다. NO_x 중 NO는 고온의 연소 과정 중에서 방출된 NO_x의 90%이상을 차지하고 있고, NO_2는 대기 중에서 NO의 산화에 의하여 생성되어진다. NO의 평형 농도는 온도가 상승하면 급격하게 증가하기 때문에 연소온도를 높이면 NO_x는 증가하게 되므로 대도시에서의 NO는 대부분이 자동차의 연소과정에서 발생된다(外岡豊, 1990).

자동차의 주행에 의한 이산화질소(또는 부유입자상물질)의 환경영향평가는 인간의 건강과 생활환경 보전의 관점에서 주거 등을 대상으로 이루어지고 있다. 조사는 예측에 필요한 배경 농도의 설정을 위해 현상태의 농도파악과 대상 도로의 오염물질 농도예측에 사용되는 기상 데이터의 설정을 목적으로 하며, plume식 및 puff식을 사용하여 이산화질소(또는 부유입자상 물질)의 연평균 농도를 예측한다. 그 예측결과로부터, 환경에 영향이 있다고 판단되는 경우에 환경보전조치를 검토한다. 이러한 예측을 보다 손쉽게 하기 위해서 본 시스템을 개발하였다.

본 시스템은 윈도우에서 사용이 편리한 Graphic User Interface(GUI)를 이용하기 때문에, 사용자는 데이터 입력과 처리의 진행을 키보드 입력을 줄이고 마우스 중심의 간단한 조작으로 이용할 수 있다. 컴퓨터의 특별한 지식(프로그램 작성 등)이 없어도 예측결과를 간단히 표나 그래프로 작성이 가능하다. 특히, 계산조건의 입력, 대기확산의 계산, 결과의 표시가 하나의 종합적인 메뉴화면에서 효율적으로 작업이 가능하다.

도로의 대기 확산 계산 방법

본 논문에서 개발된 도로의 대기확산 예측시스템은 기존의 도스용 확산예측 계산 프로그램을 사용하여 단지 GUI만 접목시킨 것이 아니라, 다음에 설명되어지는 계산식을 사용하여 독자적으로 개발한 도스용 확산예측 계산 프로그램을 포함한 시스템이다. 또한 본 시스템은 일본의 현 상황에 맞는 도로교통 대기환경 영향평가를 위해 개발된 시스템으로 모든 계산식과 조건들은 일본의 "도로교통 환경영향평가 메뉴얼"을 기준으로 하고 있다(日本環境?, 1999; 道路環境影響評價の技術手法, 2000).

도로와 같은 대개 좁은 지역의 1차 오염물질이나 분진과 같은 비반응성 오염물질의 오염농도 분포를 추정하는 모형으로 많이 사용되고 있는 CALINE 모형은, 가우시안 확산식과 혼합대(mixing zone) 개념을 도입하여 교통시설로 인한 대기질 영향을 평가하는 모형이다. 그러나, 본 논문에서 사용된 도로교통 대기확산 예측시스템은 CALINE 모형과는 달리 가우시안 확산식만 사용하고 있다. 그러므로, 본 시스템에 혼합대의 개념을 도입하여, CALINEAH형과의 결과를 비교할 필요성이 있다고 사료된다.

도로 교통 대기 확산 계산식

본 시스템에서 사용되는 도로교통 대기확산의 계산식은 정규형 plume식과 적분형 간이 puff식의 2가지이다(矢野雄幸, 佐藤弘三, 1991).

plume식은 풍속이 1m/s보다 강한 바람이 부는 경우에 사용되며, 다음의 식으로 표현된다.

$$C(x,y,z)=\frac{Q}{2\pi\cdot u\cdot\sigma_y\cdot\sigma_z}\exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\left[\exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\}+\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\}\right] \quad (1)$$

여기서 C(x,y,z)는 지점(x,y,z)에서의 NO_x농도[ppm] 또는 TSP농도[mg/m^3]. Q는 점오염원의 NO_x의 배출량[ml/s] 또는 TSP의 배출량[mg/s], u는 평균풍속[m/s], H는 배출원의 높이[m], , 는 수평(y)과 연직(z)방향의 확산폭[m], x는 풍하거리[m], y는 x축에 직각인 수평거리[m], z는 x축에 직각인 연직거리[m]이다.

puff식은 풍속이 1m/s이하의 바람이 부는 경우에 사용되며, 다음의 식으로 표현된다.

$$C(x,y,z)=\frac{Q}{(2\pi)^{3/2}}\cdot\alpha\cdot\gamma\left[\frac{1-\exp\left(-\frac{l}{t_0^2}\right)}{2l}+\frac{1-\exp\left(-\frac{m}{t_0^2}\right)}{2m}\right] \quad (2)$$

$$l=\frac{1}{2}\left[\frac{x^2+y^2}{\alpha^2}+\frac{(z-H)^2}{\gamma^2}\right] \quad (3)$$

$$m=\frac{1}{2}\left[\frac{x^2+y^2}{\alpha^2}+\frac{(z+H)^2}{\gamma^2}\right] \quad (4)$$

여기서, t_0는 초기 확산폭에 상당하는 시간[s]이며, α,γ는 확산폭에 관한 계수이다.

계산식의 기본 매개변수

일반적인 도로의 구조(평면의 도로, 성토의 도로, 절토의 도로, 고가도로)에서 계산식에 사용되는 기본 파라미터를 다음과 같이 나타낸다. 또한 본 시스템은 여기에 나타낸 기본 파라미터를 설정하는 방법을 사용하지 않고 배출원의 위치, 확산폭, 배출량 등을 사용자가 직접 설명하는 것도 가능하다.

풍속이 1ms^{-1}보다 강한 바람이 부는 경우의 확산폭: 연직방향의 확산폭은 식(5)이고, 수평방향의 확산폭은 식(6)으로 나타낸다(日本建設省, 1984; 岡本?一, 1990).

$$\sigma_z=\sigma_{z0}+0.31\cdot L^{0.83} \quad (5)$$

$$\sigma_y=W/s+0.46\cdot L^{0.81} \quad (6)$$

여기서, σ_{z0}는 연직방향의 초기확산폭으로, 방음벽이 없는 경우는 $\sigma_{z0}=1.5$이고 방음벽(높이가 3m이상)이 있는 경우는 $\sigma_{z0}=4.0$이며, L은 차도 단에서의 거리[m] ($L=x-W/2$), x는 풍하거리[m], W는 차도의 폭[m]이다. 특히 $x<W/2$의 경우는 $\sigma_z=\sigma_{z0}$, $\sigma_y=W/2$이다.

풍속이 1ms^{-1} 이하의 바람이 부는 경우의 확산폭: 초기 확산폭에 상당하는 시간은 다음의 식(7)로 나타낸다(日本建設省, 1984).

$$t_0=\frac{W}{2\alpha} \quad (7)$$

여기서 W는 차도의 폭[m]이고, 확산폭에 관한 계수인 $\alpha=0.3$이고, 낮의 경우는 $\gamma=0.18$, 밤의 경우는 $\gamma=0.09$이다. 그리고 오전 7시부터 오후 7시까지를 낮으로, 오후 7시부터 오전 7시까지를 밤으로 구분한다.

배출원 높이: 배출원의 높이는 다음에 나타내는 높이를 기준으로 설정한다. 평면도로와 고가도로는 (도로면 높이+1)[m]이고, 성토의 도로는 (도로면 높이+1)/2[m]이고, 절토의 도로는 (가상도로면 높이+1)[m]로 설정한다. 단, 방음벽(또는 도로단)이 있는 경우는 벽 높이의 위치를 가상 도로면으로 가정한다.

배출원(점오염원)의 배치: 배출원은 연속적인 점오염원으로 차도의 중앙의 계산 단면에 배치한다. 그 단면의 전후 20m까지는 2m간격으로, 양측 20m에서 180m까지는 10m간격으로, 전체 400m에 점오염원을 배치한다. 단, 농도계산에 영향을 미치는 도로에 평행한 바람이 부는 경우는 도로 종단방향의 배치거리를 전체 1000m로 설정한다. 또한 차도의 중앙에 점오염원을 설정하면 확산현상을 적절히 표현할 수 없다고 판단되는 경우는 상하차선별로 점오염원을 배치한다.

풍속: 계산에 이용되는 기상 데이터는 배출원 높이의 풍속을 추정해서, 다음의 항목으로 자료를 정리한다.

풍속이 1ms^{-1}보다 강한 바람이 부는 경우와 풍속이 1ms^{-1}이하의 바람이 부는 경우의 연간 시간별 출현빈도, 풍속이 1ms^{-1}보다 강한 바람이 부는 경우의 연평균 시간별, 풍향별 출현빈도, 풍속이 1ms^{-1}보다 강한 바람이 부는 경우의 연평균 시간별, 풍향별 평균풍속이다.

배출원 높이에서의 풍속은, 다음의 식을 사용하여 계산된다. 이 식은 고도 200~300m이하의 대기중의

연직 분포를 나타내는 경험식이다.

$$U = U_0\left(\frac{H}{H_0}\right)^P \quad (8)$$

여기서 U는 높이 H의 풍속[m/s], U_0는 기준높이인 의 풍속[m/s], H는 배출원의 높이[m], H_0는 기준높이[m], P는 지수이다. 지수 P는, 지표면 조도가 커질수록 커지는 경향이 있으므로, 토지이용의 상황에 맞추어서 설정해야 한다. 일반적으로, 도심부이며 1/3, 교외이면 1/5, 장애물이 없는 평지이면 1/7의 P를 사용한다(日本土木??本州四?道路橋技術調査委員?, 1995).

배출량: 시간별 평균 배출량은 차종별, 시간별 교통량에 차종별, 시간별의 배출계수를 곱해서 구한다(日本環境? 大氣保存局規制課, 1993; 日本浮遊粒子?物質?策?討?, 1997).

$$Q_t = V_W \times \frac{1}{3600} \times \frac{1}{1000} \times \sum_{i=1}^{2}(N \times E_i) \quad (9)$$

여기서, Q_t는 시간별 평균 배출량[ml/m/s, mg/m/s], E_i는 차종별 배출계수[g/km/대], V_W는 차종별 시간별 교통량[대/h], N_{it}는 계수로, 질소산화물의 경우는 523[ml/g]으로 부유 입자상 물질의 경우는 1[ml/g]이다.

배출계수를 설정하는 식은

$$E_i = a/V_i + b \cdot Vi + c \cdot V_i^2 + d \quad (10)$$

이며, 여기서, V_i는 자동차의 평균 속도[km/h]로, a, b, c, d는 Table 1을 이용한다(道路環境影響評價の技術手法, 2000).

또한, 간단히 다음의 Table 2의 배출 계수를 사용할 수도 있다(道路環境影響評價の技術手法, 2000).

Table 1과 Table 2에 제시된 배출계수는 단순히 대형과 소형으로만 구분되어 있지만, 1997년 일본에서 자동차 배출가스 규제를 기준으로 자동차를 8종류로 구분하여 배출계수를 구하고, 승합차는 차종(가솔린차와 디젤차)구성비를, 화물차는 차종구성비와 평균 체적중량을 그 배출계수에 합성하여 작성한 것이다. 이 때 소형차에는 승합차와 화물차(가솔린의 경우 2.2톤 이하, 디젤의 경우 2.5톤 이하)가 포함이 되고, 대형차에는 소형차 외의 화물차를 포함한다. 또한, 도로의 경사가 급한 긴 경우는, 필요에 따라서 도로경사에 따른 배출계수를 수정해야 한다. 경사에 따른 배출계수의 수정에는 경사구간 범위 I[%]를 사용한다. 단, 경사구간 범위 I는 $(-4<I\leq+4)$범위이며, 올라가는 도로의 경우가 (+)부호이고, 내려가는 도로일 경우가 (-)부호이다.

Table 1. The value of a, b, c and d used with equation (10) [g/km/car]

		a	b	c	d
NO_x	a small-sized car	-0.902	-0.00578	0.0000439	0.261
	a large-sized car	-7.12	-0.0895	0.000735	3.93
TSP	a small-sized car	-0.138	-0.000456	0.00000317	0.0218
	a large-sized car	0.0318	0.00310	0.0000227	0.158

Table 2. Exhaust coefficient used to calculation [g/km · car]

		NO_x		TSP	
A kind of car		Small-sized car	Large-sized car	Small-sized car	Large-sized car
mean speed (km/h)	20	0.118	2.08	0.007	0.107
	30	0.097	1.67	0.006	0.086
	40	0.077	1.35	0.005	0.071
	45	0.070	1.23	0.005	0.071
	50	0.064	1.15	0.004	0.065
	60	0.057	1.09	0.004	0.060
	70	0.059	1.16	0.003	0.053
	80	0.068	1.39	0.004	0.056
	90	0.086	1.75	0.005	0.063
	100	0.113	-	0.007	-
	110	0.148	-	0.009	-

농도 변환식

본 시스템에서 대상으로 하는 물질은 질소산화물(NO_x), 이산화질소(NO_2), 부유 입자상 물질(TSP)의 3가지이다. 본 시스템에서 사용되는 NO_x에서 NO_2로 변환식은 다음의 식 (11)을 사용한다.

$$[NO_2] = 0.587[NO_x]^{0.416}\left(1-\frac{[NO_x]_{BG}}{[NO_x]_T}\right)^{0.63} \quad (11)$$

여기서, $[NO_2]$는 대상도로에서의 이산화탄소의 농도[ppm], $[NO_x]$는 대상도로에서의 질소산화물의 농도[ppm], $[NO_x]_{BG}$는 질소산화물의 배경 농도[ppm], 는 질소산화물의 배경농도와 대상 도로에서의 합친 농도로 $[NO_x]_T = [NO_x] + [NO_x]_{BG}$) [ppm]이다.

단, 식 (11)을 사용하는 경우, 변환된 NO_2의 농도가 NO_x의 농도보다 높은 경우가 있다. 본 시스템에서는 이 경우를 $[NO_2] = [NO_x]$라고 가정한다.

시스템의 내용

본 시스템의 사용방법을 Fig. 1의 flow chart로 나타내었다. 또한 예를 들면 Fig. 2와 같은 평면도로를 입력할 경우의 GUI 샘플 화면을 Fig. 3으로 나타내었다.

또한 다음과 같은 여러 가지 도로조건 · 교통조건 · 기상조건의 입력과 변경의 방법을 사용할 수 있다. GUI화면에서 사용자가 직접 입력할 수 있고, 기존 file을 읽어서 자동 입력할 수 있다. 그리고, 설정한 조건의 일부 변경이 편리하며, 데이터 입력을 할 때, Excel표에서 COPY, PASTE의 이용이 가능하다.

조건의 입력을 끝낸 후에는 도로에서의 자동차의 배출원에 의한 NO_x, TSP의 대기오염의 확산을 계산

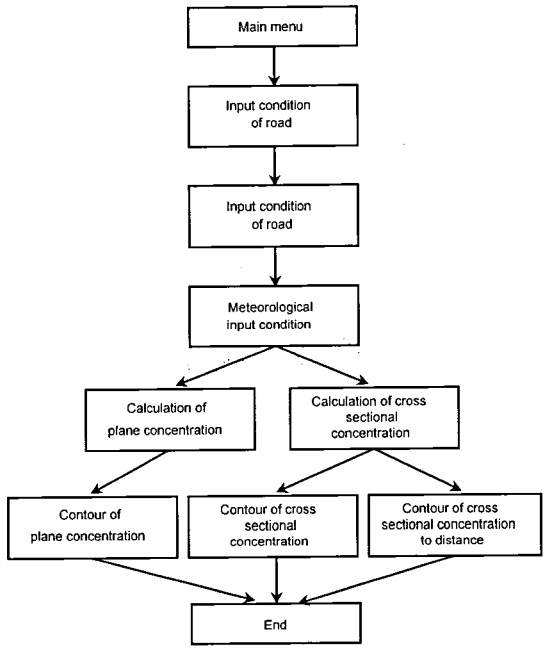

Fig. 1. The flow chart of road-traffic atmospheric diffusion simulation system.

한다. 예측지점의 선택방법에 따라서, 평면 계산과 단면 계산의 2종류의 대기오염의 확산의 계산을 행할 수 있다. 본 시스템에서는 [평면계산]의 결과를 [평면등농도선]으로, [단면계산]의 결과를 [단면등농도선] 또는 배출원으로부터 거리에 따른 농도를 나타내는 [거리별 농도선]으로 표시할 수 있다.

도로조건 입력

도로조건의 입력에는 입력하는 도로 데이터를 기준으로 배출원의 위치 (x,y,z) 및 확산 파라미터 (σ_y,

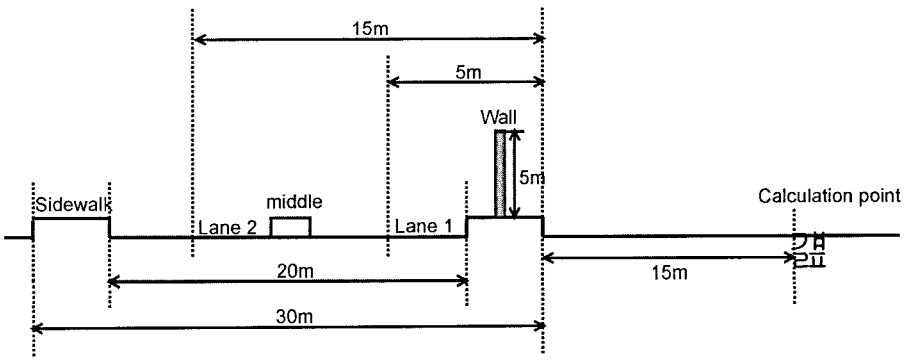

Fig. 2. For example the smooth road.

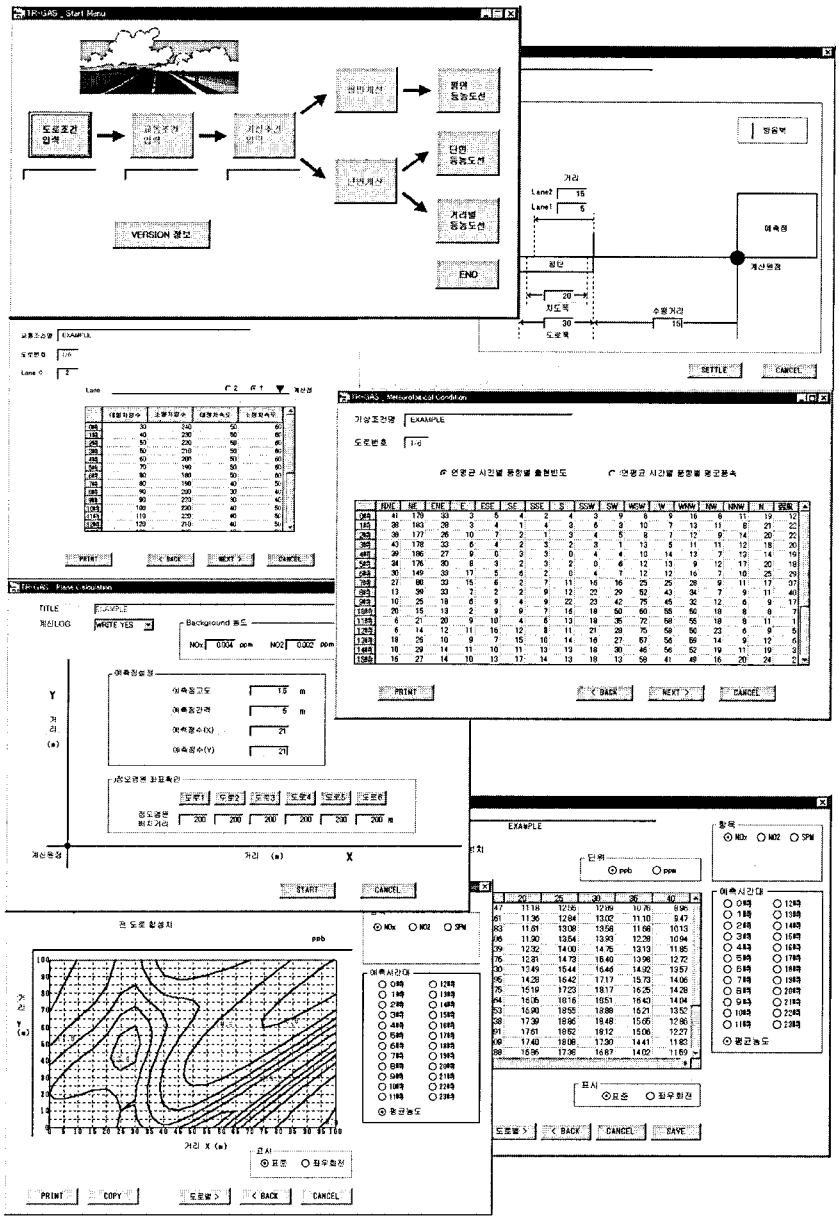

Fig. 3. GUI screen of road-traffic atmospheric diffusion simulation system.

σ_z)의 계산(2장을 이용)을 행한다. 여기서, 기준점은 계산원점(평면의 경우는 계산격자의 왼쪽 끝의 계산점, 단면의 경우는 x = 0, y = 0의 계산점)과 같은 y좌표의 점으로 배출원 좌표를 자동적으로 작성할 때 기준이 된다. 기준점과 초기확산폭은 앞의 2장의 도로 교통 대기확산방법에 표시되는 계산식으로 계산된다. 또한, 본 시스템은 기준점의 x좌표, 배출원높이, 초기 확산폭 및 도로단에서 도로폭까지의 거리를 사용자가 직접 입력할 수도 있다.

Fig. 4에는 도로조건의 입력 단계를 흐름도로 나타내었다.

교통조건 입력

교통조건의 입력에는, 입력된 교통데이터를 2장의 대기확산방법에 나타낸 시간별 평균 배출량의 계산을 한다. 이때 주어지는 교통조건으로부터 배출계수가

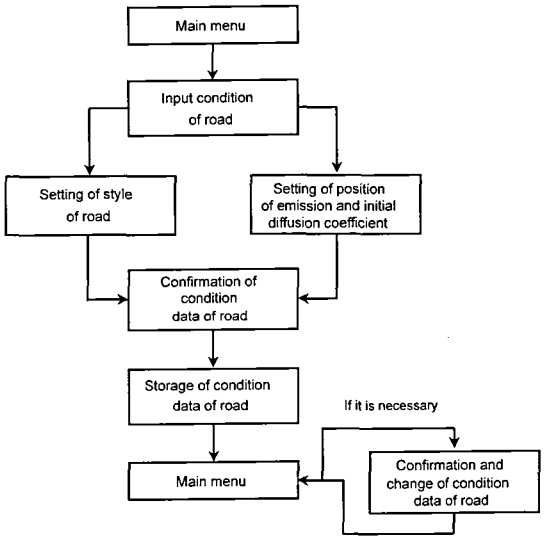

Fig. 4. The flow chart of input of road condition in road-traffic atmospheric diffusion simulation system.

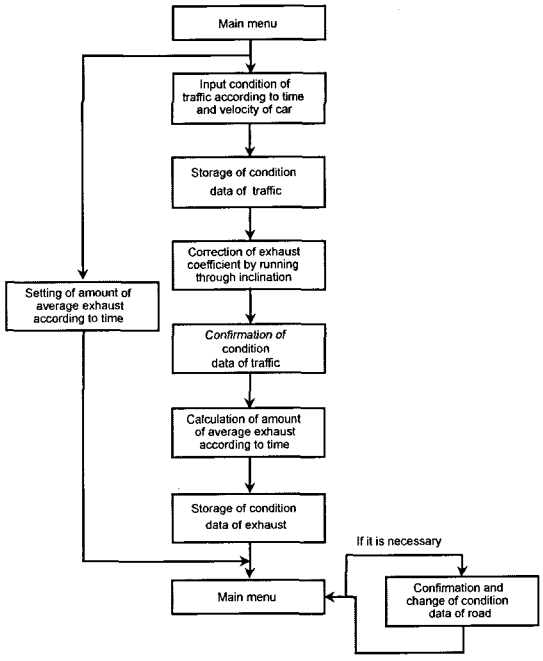

Fig. 5. The flow chart of input of traffic condition in road-traffic atmospheric diffusion simulation system.

산출된다. 본 시스템에서는, 시간별 배출량을 사용자가 직접 입력하는 것도 가능하다. 교통조건의 입력단계의 flow chart를 Fig. 5에 나타내었다.

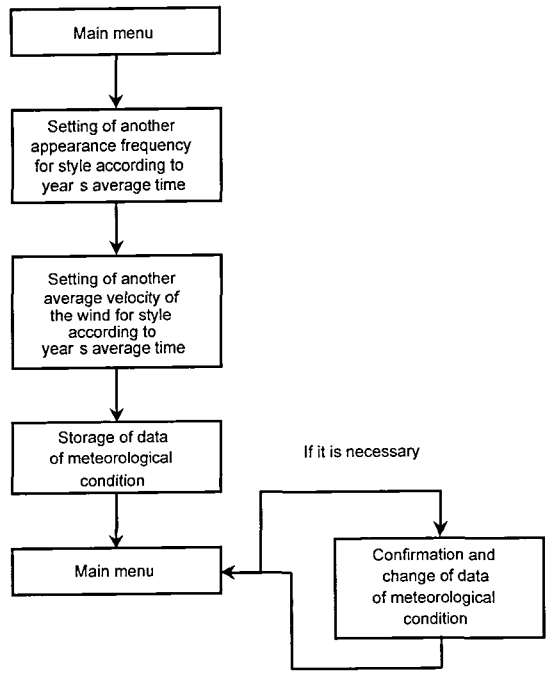

Fig. 6. The flow chart of input of meteorological condition in road-traffic atmospheric diffusion simulation system.

기상조건 입력

기상조건은 확산계산에 사용되는 풍향의 출현 빈도와 풍속을 기상데이터로 입력한다. 기상 데이터는 배출원 높이의 풍속으로 보정한 데이터를 사용한다. 또한, 보정 후의 풍속이 1.0m/s보다 작은 경우는 관측된 풍향의 분류를 "약풍"으로 별도로 변경할 필요가 있다. 예를 들면, 관측된 풍속이 1.5m/s, 관측계의 높이가 10.0m, 배출원의 높이가 1.0m이고 토지이용이 교외인 경우의 배출원의 풍속은 식 (8)을 사용하면 0.95[m/s]가 된다. 이 경우, 풍속이 1.0m/s보다 작으므로, 풍향은 약풍이 된다. 이와 같은 기상조건의 입력단계는 Fig. 6의 flow chart로 나타내었다.

대기 확산 계산

평면계산과 결과표시: 초기 메뉴에서 [도로조건][교통조건][기상조건]의 각각의 조건의 입력이 끝나면, [평면계산]을 할 수 있다. 입력항으로는 배경농도, 예측점의 높이, 동서·남북으로 배치되는 계산격장의 격자간격(5m이상), 예측점의 수(최대 30×30개) 등이다. 또한, 격자와 점오염원의 배치 관계는 계산격자의 주위 20m내에서는 2m간격으로, 계산격자에서 점

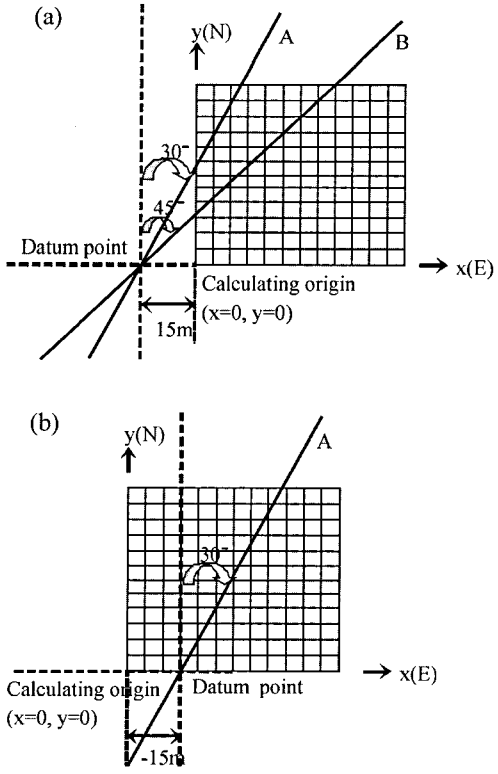

Fig. 7. (a) The relation of position of road (A: inclination 45 degree, B: inclination 30 degree) and calculation mesh grid, (b) at the change position of road A.

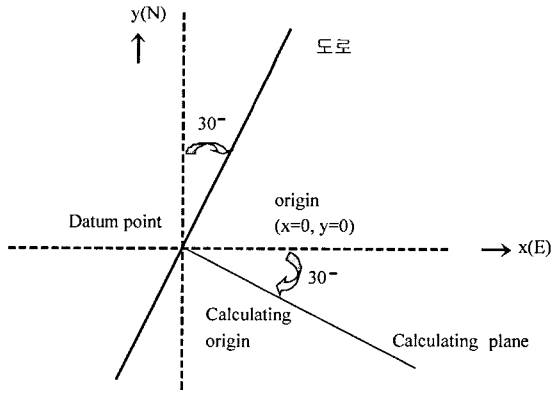

Fig. 8. The relation of position of road (inclination 30 degree) and calculation plane grid (perpendicular to road)

오염원의 배치거리까지는 10m의 간격으로 자동 생성된다.

도로(오염원)의 위치는 [도로조건]의 단계에서 결정하고, 계산격자의 크기는 [평면계산]의 단계에서 각각 설정한다. 그 2개의 위치관계를 알기 쉽게 그림으로 표시하면 Fig. 7(a)와 같다. 도로의 위치와 각도에 의해서 Fig. 7의 B도로와 같이 계산 격자 안에 충분히 포함되지 않는 경우가 있다. 이 경우에는 도로의 위치를 변경하고, 도로를 계산격자 안으로 넣어서 계산을 한다. 즉, Fig. 7(b)와 같이 도로단에서 계산원점까지의 수평거리를 (15m)에서 (-15m)로 변경을 하면 된다.

이러한 조건에 관련된 입력을 완료하면, 예측계산이 시작되고 계산이 끝나면 GUI화면에서 그 결과를 볼 수 있으며 계산결과를 파일로도 저장할 수 있게 된다. 이러한 대기확산 예측계산이 끝나면, 파일로 저장된 계산결과를 이용하여 그래프와 수치표 형식으로 [평면등농도선]의 농도를 표시할 수 있다. 또한 각각의 표시에서 전 도로의 농도의 합성치, 각각의 도로별의 농도 및 그 도로별로 각각의 차선에서의 농도를 표시할 수가 있다. 그래프 표시에서 세로축은 예측지점의 동서좌표, 가로축은 예측지점의 남북좌표를 나타내며, 하루동안의 평균치 및 1시간 간격으로 각 시간대의 농도도 표시 가능하다.

단면계산과 결과표시: 평면계산과 같은 방법으로, 초기 메뉴에서 [도로조건][교통조건][기상조건]의 입력을 마치면, [단면계산]을 할 수 있다. 입력항으로는 배경농도, 대상도로와 계산단면의 각도(시계방향으로 각도 결정), 계산하는 단면의 높이, 계산원점에서의 거리등이다. 또한, 점오염원의 배치는 계산단면을 직선 위에서 늘린 경우에 20m내에서는 2m간격으로, 그 이상의 점오염원의 배치거리까지는 10m의 간격으로 자동 생성된다. 만약 도로가 여러 개 있을 때에는, 계산정밀도를 높이기 위해 계산단면의 각도를 설정한 도로(대상도로)이외는 2m간격으로 점오염원을 배치한다.

도로의 위치는 [도로조건]의 입력단계에서, 계산단면의 위치는 [단면계산]의 입력단계에서 각각 설정한다. 그 2개의 위치관계를 그림으로 표시하면 Fig. 8과 같다.

도로단면의 양측에 계산단면이 도로의 경우, 도로는 평탄한 도로로, 계산단면 1은 도로단에서 계산원점까지의 거리가 10m, 계산단면 2는 도로단에서 계산원점까지의 거리가 20m이다. 도로와 계산원점의 위치는 도로단에서 계산원점까지의 수평거리로 조절된다. 그러나, 계산단면이 여러 개 있고, 각각 도로에

서의 수평 거리가 다른 경우에는 도로단에서 계산원점까지의 수평거리를 0으로 설정하고 계산단면의 수평거리를 입력하는 화면에서 계산단면 1은 계산원점에서의 거리를 10m으로, 계산단면 2는 20m으로 입력을 하고, 도로와 계산단면의 각도를 -90으로 설정하여 계산한다.

평면계산과 동일하게, 계산이 끝나면 GUI 화면에 계산결과가 표시되며 그 계산결과를 파일의 형식으로 저장할 수 있다. 그 저장된 계산결과를 이용하여 [단면등농도선]과 도로에서의 겨리별로 농도를 나타내는 [거리별 농도선]의 그래프와 수치표 형식으로 농도를 표시한다. 또한 각각의 표시에서 전 도로의 농도의 합성치, 각각의 도로별의 농도 및 그 도로별로 각각의 차선에서의 농도를 표시할 수도 있다. 그래프 표시에서 세로축은 계산단면의 높이, 가로축은 계산단면의 수평거리를 나타낸다.

결 론

일반적인 도로의 대기오염 예측에는 가우시안 확산식을 사용하며, 그러한 예측은 도로변에서의 이산화질소(또는 부유 입자상 물질)의 연평균 농도를 계산하여 도로 인근의 교통시설로 인한 대기질 영향을 평가하기 위한 것이다.

본 논문에서 개발된 도로교통 대기확산 예측시스템은 가장 많이 이용되는 도로의 일반부(인터체인지부와 터널출입구 등이 아닌 도로)를 대상으로 하는 도로교통 대기오염계산을 할 때, 사용자가 사용하기에 편리한 GUI를 이용한 시스템이다. 특히, 본 시스템은 기존의 도스용 확산예측 계산 프로그램을 사용하여 단지 GUI만 접목시킨 것이 아니라, 독자적으로 개발한 도스용 확산예측 계산 프로그램을 포함한 시스템이다. 또한 계산결과를 표시하는 그래프와 표의 기능도 누구나 간단한 조작을 사용할 수 있도록 하였다. 이 시스템을 이용하면 프로그램의 전문가가 아니더라도 신속하고 정확한 대기확산 예측계산 및 계산결과의 표시가 간편하게 작성할 수 있다.

일반적인 도로 뿐만 아니라, 인터체인지부와 터널출입구 등의 특수한 도로의 부분에 대해서도 본 시스템을 이용할 수 있도록 본 시스템을 확대할 필요가 있다. 또한, 선 오염원의 계산모형으로 일반적으로 사용되는 CALINE 등과 결과를 비교 검토할 필요성도 있으며, 기존 국내의 실정에 맞는 자동차의 배출계수 등으로 수정해야 하는 과제 등이 남아있다.

참고문헌

外岡豊, 1990, 公害と對策, 24(14), p. 33-41
矢野雄幸, 佐藤弘三, 1991, 拡散方程式入門, 公害研究対策センター, p. 17-36
岡本真一, 1990, 自動車排出ガス拡散モデルについて, 東京情報大学, p. 14-27
日本建設省, 1984, 沿道地域の居住環境整備に関する総合技術概要報告書, p. 49-76
日本浮遊粒子状物質対策検討会, 1997, 浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル, p. 12-31, 219-227
日本環境庁, 1999, 道路環境アセスメントマニュアル, p. 1-75
日本環境庁大気保存局大気規制課, 1993, 窒素酸化物質総量規制マニュアル[増補改訂版], 公害研究対策センター, p. 78-79, 254-255
日本土木学会本州四国道路橋技術調査委員会, 1995, 本州四国道路橋技術調査第1次報告書付属資料耐風設計指針(1964)解説
道路環境影響評価の技術手法, 2000, 財団法人 道路環境研究所, 丸善株式会社, p. 1000

2003년 2월 27일 원고 접수
2003년 6월 18일 수정원고 접수
2003년 7월 25일 원고 채택